

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

2 373 698

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21)

N° 76 37272

(54) Perfectionnements aux turbomachines.

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). F 04 D 29/32.

(22) Date de dépôt 10 décembre 1976, à 15 h 2 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 27 du 7-7-1978.

(71) Déposant : Société dite : ROLLS ROYCE (1971) LIMITED, résidant en Grande-Bretagne.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Germain Maureau et Millet, Conseils en Brevets,
64, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention - 75732 PARIS CEDEX 15

L'invention concerne le support et l'entraînement des rotors de turbomachines.

L'une des principales difficultés rencontrées lors de la conception des structures de supports et des paliers associés convenables pour supporter et entraîner les rotors de turbomachines, et en particulier les rotors de ventilateur de grande dimension, consiste à prévoir un système de paliers de construction suffisamment robuste pour supporter le ventilateur lorsque un balourd apparaît, par exemple si une aube se détache du ventilateur, tandis que le moteur est en fonctionnement.

La façon la plus courante de surmonter cette difficulté consiste à prévoir un système de paliers qui est capable de supporter des charges beaucoup plus importantes que celles auxquelles il est soumis en fonctionnement normal. Cependant il en résulte une structure qui est beaucoup plus lourde que ce qui est souhaitable, ce qui a une importance particulière dans le cas d'un dispositif qui doit être utilisé sur un moteur d'avion.

Un but de la présente invention est de fournir une structure de support capable de supporter tout balourd qui se produit tandis que le ventilateur est en fonctionnement, et qui continue à entraîner le ventilateur jusqu'à ce que le moteur ait pu être arrêté en toute sécurité.

Une turbomachine selon la présente invention comprend un arbre principal, une première structure de montage pour supporter un rotor sur l'arbre, cette structure comprenant une liaison d'entraînement fragile qui est dimensionnée pour se rompre lorsque des charges transversales sur le rotor excèdent une valeur prédéterminée, et une seconde structure de montage qui comprend un support flexible transversalement et des moyens d'entraînement rigides en torsion qui relient le rotor et l'arbre de telle sorte que, en cas de rupture de la liaison d'entraînement fragile, le rotor continue à être supporté et entraîné par la seconde structure de montage qui, en même temps, permet les mouvements transversaux du rotor par rapport à l'arbre.

Dans une forme de réalisation de l'invention le rotor est un ventilateur d'une turbomachine à ventilateur caréné, et la première structure de montage comprend un anneau, relié à l'arbre, et sur lequel le disque de ventilateur est monté au moyen d'une rangée circonférentielle de goujons, de boulons ou équivalents, tous étant calculés pour se rompre lorsque le déséquilibre du venti-

lat ur dépasse une valeur prédéterminée, et constituant la liaison d'entraînement fragile.

La seconde structure de montage peut comprendre au moins une rangée circ nférentielle de tiges s'étendant axialement et flexibles transversalement, disposées entre le rotor et l'arbre principal. Les tiges peuvent relier une paire d'anneaux d'entraîn -
5 ment pour former une structure cylindrique d'une rigidité en torsion suffisante pour entraîner le rotor, mais lorsque la flexibilité transversale requise est telle les tiges elles-mêmes
10 ne peuvent fournir aucune rigidité en torsion, la structure de montage comprend une liaison d'entraînement séparée entre l'arbre et le rotor, qui est flexible transversalement mais rigide en torsion, par exemple un soufflet cylindrique.

Dans une variante, la rigidité en torsion pour l'entraînement
15 du ventilateur et la flexibilité transversale sont toutes deux fournies par un seul arbre auxiliaire reliant l'arbre principal et le rotor. L'arbre auxiliaire peut être replié sur lui-même plusieurs fois pour fournir la flexibilité requise.

Dans une autre variante la flexibilité transversale est
20 fournie par un ressort entre le rotor et l'arbre principal et des arbres auxiliaires sont prévus avec des liaisons à rotule à leurs extrémités pour fournir l'entraînement et reprendre la poussée d'extrémité.

Des formes de réalisation de l'invention seront maintenant
25 décrites à titre d'exemple en référence aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 est une vue schématique d'une turbomachine à ventilateur caréné, une partie du carter étant enlevée pour
montrer une forme de réalisation de l'invention,

30 la figure 2 est une vue en coupe agrandie de la forme de réalisation schématique montrée à la figure 1 illustrant le principe de l'invention,

la figure 3 montre une forme de réalisation de l'invention appliquée à un moteur réel, et

35 la figure 4 montre une autre forme de réalisation de l'invention.

Sur la figure 1 des dessins, une turbomachine à ventilateur caréné est montrée généralement en 10 et comprend en série un ventilateur 12 à compresseur basse pression 13, un compresseur haute
40 pression 14, un équipement de combustion 15, une turbine haute

pression 16, un turbin basse pression 17 et une tuyère d'échappement 18. Les compresseurs 13 et 14 et les turbines 16 et 17 sont montés rotativement sur un système d'arbres communs non représenté. La structure de montage du ventilateur est indiquée généralement en 9 et le ventilateur est entraîné au moyen d'un arbre principal 19.

Comme montré à la figure 2, une paire d'anneaux de montage 20 est prévue sur l'arbre 19, chacun de ces anneaux étant relié rigidement à l'arbre au moyen d'un accouplement à cannelure et est bloqué dans sa position par un système de blocage conventionnel non représenté. Les anneaux 20 délimitent entre eux une rainure annulaire 21 dans laquelle est disposé un rebord annulaire 22.

La liaison d'entraînement primaire entre l'arbre principal et le disque de ventilateur 23 comprend une rangée circonférentielle de dispositifs d'assemblage fragiles, par exemple des boulons ou des goujons 24, qui traversent les deux anneaux de montage 20 et le rebord 22, localisant ainsi le disque à la fois dans les directions radiale et circonférentielle.

Bien entendu d'autres formes de dispositifs d'assemblage fragile peuvent être utilisées pour remplacer les goujons décrits.

Lors du fonctionnement normal du ventilateur le disque de ventilateur 23 est à la fois entraîné et supporté par l'anneau 20 par l'intermédiaire du rebord 22 et de la rangée circonférentielle de boulons ou de goujons 24. Si cependant une force de balourd d'importance suffisante se produit sur le disque de ventilateur 23, les dispositifs d'assemblage fragiles sont dimensionnés de telle sorte qu'ils rompent, et l'entraînement et le support sont assurés par la seconde structure de montage décrite ci-dessous.

La seconde structure de montage comprend deux rangées coaxiales circonférentielles de tiges s'étendant axialement 25 et 26. Les tiges 25 relient un rebord du disque 23 à un anneau 27 et les tiges 26 relient l'anneau 27 à l'anneau de montage arrière 20. L'effet de cet agencement est de fournir dans les tiges une flexibilité transversale équivalente à celle qui serait produite si une seule rangée de tiges était prévue, dans laquelle chaque tige aurait une longueur égale à la longueur combinée d'une tige 25 et d'une tige 26.

Dans l'exemple décrit ci-dessus la rigidité en torsion des tiges et de l'anneau 27 est insuffisante pour transmettre le couple nécessaire de l'anneau 20 au disque 23 et un soufflet

cyindrique 31 est utilisé pour assurer la fonction de transmission du couple. Le soufflet, en raison de sa forme de révolution, a une flexibilité transversale telle que les mouvements transversaux relatifs entre l'arbre et le rotor de ventilateur n'affectent pas la transmission du couple entre eux après que la première
5 liaison d'entraînement ait été rompue.

La longueur et la flexibilité des tiges 25 et 26 sont calculées pour permettre le déplacement radial du disque de rotor sous les efforts centrifuges de balourd causés par la perte d'une aube de ventilateur pendant le fonctionnement du moteur, et ceci
10 évite la transmission de forces transversales additionnelles excessives au palier d'arbre 30 et par conséquent à la structure qui supporte le palier.

Le moteur peut ainsi être conçu pour supporter des dommages provoqués par un objet étranger suffisant pour casser ou déloger
15 une aube de ventilateur et pour continuer à tourner sans se démanteler pendant l'intervalle de temps relativement court nécessaire pour l'arrêter.

Les figures 3 et 4 montrent comment l'invention peut être appliquée à des moteurs réels.

La figure 3 montre un rotor de ventilateur 123 qui porte une pluralité d'aubes de ventilateur 112 à sa périphérie extérieure. Le ventilateur est normalement entraîné par l'arbre de moteur principal 119 par l'intermédiaire d'un cône d'entraînement 120 qui est relié par un tronçon d'arbre 121 par l'intermédiaire d'une
20 liaison fragile 124. La liaison fragile 124 est constituée par une pluralité de goujons ou boulons 131 qui traversent des rebords adjacents du cône d'entraînement 120 et du cône d'arbre 121. Les boulons ou goujons 131 sont conçus pour se rompre lorsque
25 une force de balourd plus grande qu'un minimum prédéterminé se produit dans la liaison.
30

L'arbre principal 119 est supporté par un palier avant 130 porté dans une structure statique 132 qui est en aval du ventilateur, de telle sorte que le ventilateur est en porte à faux par rapport au palier.

35 Dans cette forme de réalisation la seconde structure de montage comporte un arbre d'entraînement auxiliaire 125 qui est d'une longueur suffisante pour donner la flexibilité transversale requise tout en étant suffisamment rigide en torsion pour fournir l'entraînement nécessaire au ventilateur lorsque la liaison

fragile est rompue. L'arbre 125 est relié par des cannelures 134 à une de ses extrémités au cône d'entraînement 120 et est maintenu en place par un boulon 135. A son autre extrémité l'arbre 125 est relié par des cannelures 136 à un cône d'entraînement 137 qui est
5 qui est à son tour relié par un rebord boulonné 138 à un second tronçon d'arbre 139 sur le disque de ventilateur 123. Un second écrou 140 retient le cône d'entraînement sur l'arbre 125.

On peut constater que pour fournir la flexibilité transversale requise tout en conservant la seconde structure compacte,
10 l'arbre d'entraînement auxiliaire 125 est replié sur lui-même sous la forme de deux tubes coaxiaux pour réduire sa longueur de moitié. Ceci n'est absolument pas une caractéristique essentielle et l'arbre d'entraînement auxiliaire peut être étendu vers l'arrière sous forme d'un organe cylindrique unique pour avoir la longueur
15 suffisante pour donner la flexibilité requise.

Le dispositif décrit ci-dessus travaille d'une manière identique à celle qui était illustrée schématiquement à la figure 2, c'est-à-dire que lorsqu'une force de balourd excessive est appliquée au rotor de ventilateur par suite de la perte d'une aube, la liaison
20 fragile rompt et le rotor de ventilateur continue à être supporté et entraîné par la seconde structure de montage. Un certain amortissement du mouvement excentrique du rotor de ventilateur peut être prévu par un engagement de friction des rebords de la liaison 124, mais ceci ne doit pas être suffisant pour empêcher une
25 inversion du rotor de telle sorte qu'il tourne autour d'un axe modifié.

La figure 4 montre une construction similaire à celle de la figure 3 et, lorsque cela a été possible, les mêmes références numériques ont été utilisées pour indiquer des structures identiques
30 sur les deux figures.

Dans cette construction la seconde structure de montage comporte un arbre creux 50 qui est rigide en torsion et est relié à ses extrémités à l'arbre principal 119 et au cône d'entraînement 137 par deux courtes cannelures 151 et 152 respectivement. Afin
35 de reprendre la poussée du ventilateur lorsque la seconde structure de montage est en fonctionnement, la structure comprend également un tube rigide axialement 153 qui comporte des paliers à rotule à ses extrémités qui reposent dans des évidements sphériques 154 et 155 de l'arbre principal 118 et du cône d'entraînement 137
40 respectivement. L'arbre 150 et le tube 153 sont tous deux aptes

à pivoter lors d'une rotation excentrique du rotor de ventilateur lorsque la seconde structure de montage est en fonctionnement.

5 Afin de fournir le support flexible transversalement, des éléments de ressort 156 sont inclus dans la seconde structure de montage et sont interposés entre le cône d'entraînement 120 et le rotor de ventilateur 123. Les éléments de ressort, qui peuvent prendre toute forme convenable telle que les ressorts hélicoïdaux représentés, sont enfermés dans des canaux à recouvrement 157 et 158 sur le cône d'entraînement 120 et le rotor de ventilateur respectivement. On peut ainsi constater que le rotor de ventilateur est entraîné et est entièrement supporté pour sa rotation dans des conditions inversées lorsque la seconde structure de support est amenée en fonctionnement à la suite de la perte d'une aube du ventilateur. Un certain amortissement des mouvements transversaux peut se produire sur les parois latérales des canaux 157 et 158.

15 Bien entendu des modifications des formes de réalisation décrites ci-dessus peuvent être utilisées sans s'écarter du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1.- Turbomachine comprenant un arbre principal, caractérisée en ce qu'elle comprend une première structure de montage pour supporter un rotor sur l'arbre, comportant une liaison d'entraîne-
5 ment fragile qui est dimensionnée pour se rompre lorsque les charges transversales sur le rotor dépassent une valeur prédéterminée et une seconde structure de montage qui comporte un support flexible transversalement et des moyens d'entraînement rigides en torsion reliant le rotor et l'arbre de telle sorte qu'en cas de rupture
10 de la liaison d'entraînement fragile le rotor continue à être supporté et entraîné par une seconde structure de montage qui, en même temps, permet les mouvements transversaux par rapport à l'arbre principal.

2.- Turbomachine selon la revendication 1, caractérisée en ce
15 que la seconde structure de montage comprend une rangée circonférentielle de tiges de supports s'étendant axialement, ainsi que des moyens reliant la rangée de tiges au rotor et à l'arbre principal, lesdites tiges étant dimensionnées pour fournir le degré désiré de flexibilité transversale pour permettre lesdits mouvements
20 transversaux du rotor, et un soufflet d'entraînement rigide en torsion reliant l'arbre principal au rotor pour fournir l'entraînement du rotor.

3.- Turbomachine selon la revendication 2, caractérisée en ce que les moyens pour relier la rangée de tiges à l'arbre
25 principal comprennent un anneau reliant les extrémités libres des tiges, une seconde rangée circonférentielle de tiges s'étendant axialement reliée à l'anneau, et des moyens reliant la seconde rangée de tiges à l'arbre principal, les deux rangées de tiges étant concentriques.

30 4.- Turbomachine selon la revendication 1, caractérisée en ce que la seconde structure de montage comprend un arbre d'entraînement auxiliaire, des moyens reliant l'arbre d'entraînement auxiliaire à l'arbre principal de la turbomachine et au rotor de sorte sorte que la puissance de l'arbre principal est transmise au rotor,
35 ledit arbre d'entraînement auxiliaire comprenant deux tubes coaxiaux l'un à l'intérieur de l'autre et reliés à l'une de leurs extrémités.

5.- Turbomachine selon la revendication 1, caractérisée en

- ce que la seconde structure de montage comprend un arbre creux pour la transmission du couple, c t arbre ayant des cannelures à chaque extrémité p ur transmettre l'entraînement de l'arbre principal de la machine au rotor et des moyens élastiques interposés
- 5 entre le rotor et l'arbre principal pour permettre leurs mouvements relatifs transversaux.

Fig.1.

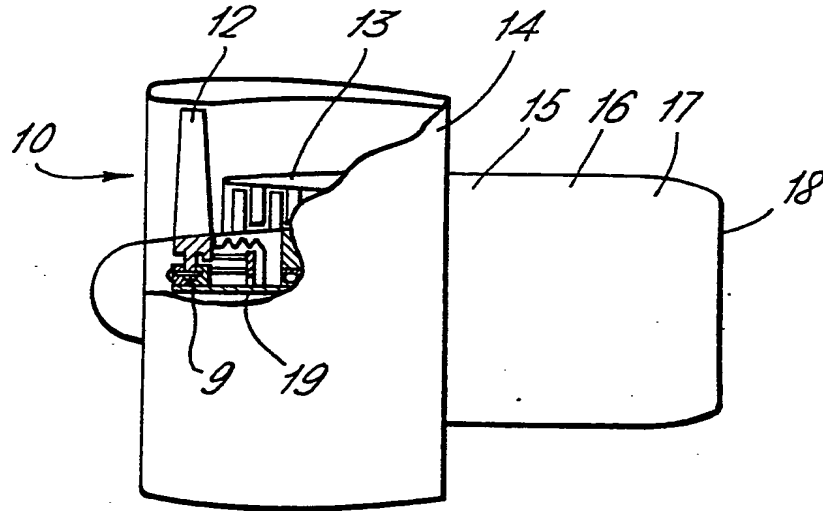


Fig.2.

